

501/805
Rec'd PCT/PTO 19 JUL 2004

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

10/501805

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003年7月31日 (31.07.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/061884 A1

(51) 国際特許分類: B23B 27/14, C23C 14/06

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/00220

(22) 国際出願日: 2003年1月14日 (14.01.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2002-11478 2002年1月21日 (21.01.2002) JP
特願2002-49893 2002年2月26日 (26.02.2002) JP
特願2002-60208 2002年3月6日 (06.03.2002) JP

(SATO, Kazunori) [JP/JP]; 〒674-0071 兵庫県 明石市 魚住町金ヶ崎西大池 179番地 1 エムエムシーコベルコツール株式会社内 Hyogo (JP). 近藤 暁裕 (KONDO, Akihiro) [JP/JP]; 〒674-0071 兵庫県 明石市 魚住町金ヶ崎西大池 179番地 1 エムエムシーコベルコツール株式会社内 Hyogo (JP). 田中 裕介 (TANAKA, Yusuke) [JP/JP]; 〒674-0071 兵庫県 明石市 魚住町金ヶ崎西大池 179番地 1 エムエムシーコベルコツール株式会社内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒169-8925 東京都 新宿区 高田馬場三丁目 23番 3号 ORビル Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): エムエムシーコベルコツール株式会社 (MMC KOBELCO TOOL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒674-0071 兵庫県 明石市 魚住町金ヶ崎西大池 179番地 1 Hyogo (JP). 三菱マテリアル株式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-8117 東京都 千代田区 大手町一丁目 5番 1号 Tokyo (JP).

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐藤 和則

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SURFACE COATED CUTTING TOOL MEMBER HAVING HARD COATING LAYER EXHIBITING EXCELLENT ABRASION RESISTANCE IN HIGH-SPEED CUTTING, AND METHOD FOR FORMING SAID HARD COATING LAYER ON SURFACE OF CUTTING TOOL

(54) 発明の名称: 高速切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具部材及び該硬質被覆層を切削工具表面に形成する方法

(57) Abstract: A surface-coated cutting tool member having a tungsten carbide base hard metal substrate, a titanium carbo-nitride base cermet substrate or a cubic system boron nitride base sintered material and, formed on the surface thereof by the physical deposition method with an average layer thickness of 1 to 15 μ m, a hard coating layer of a composite nitride of Al and Ti, characterized in that, in the hard coating layer, points having local maximums for Al content (local minimums for Ti content) and points having local minimums for Al content (local maximums for Ti content) are alternately present repeatedly along the direction of the thickness of the coating layer at given intervals, Al(Ti) contents are continuously changed from a point having a local maximum for Al content (a local minimum for Ti content) to a point having a local minimum for Al content (a local maximum for Ti content) and from a point having a local minimum for Al content (a local maximum for Ti content) to a point having a local maximum for Al content (a local minimum for Ti content), a point having a local maximum for Al content satisfies the empirical formula: $(Al_xTi_{1-x})N$ wherein x represents 0.70 to 0.95 in an atomic ratio and a point having a local minimum for Al content satisfies the empirical formula: $(Al_yTi_{1-y})N$ wherein y represents 0.40 to 0.65, and the interval between adjacent points having a local maximum for Al content and having a local minimum for Al content is 0.01 to 0.1 μ m. The surface-coated cutting tool member has a hard coating layer exhibiting excellent abrasion resistance in high-speed cutting.

[続葉有]

WO 03/061884 A1



(57) 要約:

高速切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具部材を提供する。炭化タングステン基超合金基体または炭窒化チタン系サーメット基体または立方晶窒化硼素基焼結材料の表面に、AlとTiの複合窒化物からなる硬質被覆層を1～15 μmの全体平均層厚で物理蒸着してなる表面被覆切削工具部材における硬質被覆層を、層厚方向にそって、Al最高含有点（Ti最低含有点）とAl最低含有点（Ti最高含有点）とが所定間隔をおいて交互に繰り返して存在し、かつAl最高含有点からAl最低含有点、Al最低含有点からAl最高含有点へAl（Ti）含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、さらに、Al最高含有点の組成式： $(Al_xTi_{1-x})N$ （ただし、原子比で、Xは0.70～0.95を示す）、Al最低含有点の組成式： $(Al_yTi_{1-y})N$ （Yは0.40～0.65）、をそれぞれ満足し、かつ隣り合うAl最高含有点とAl最低含有点の間隔が、0.01～0.1 μmである硬質被覆層で構成する。

明 細 書

高速切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具部材
及び該硬質被覆層を切削工具表面に形成する方法

技術分野

この発明は、硬質被覆層がすぐれた高温特性を有し、したがって特に各種の鋼や鋳鉄などの高熱発生を伴う高速切削加工で、すぐれた耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具部材（以下、被覆切削工具という）に関するものである。

また、この発明は、上記硬質被覆層を切削工具表面に形成する方法に関するものである。

背景技術

一般に、切削工具には、各種の鋼や鋳鉄などの被削材の旋削加工や平削り加工にバイトの先端部に着脱自在に取り付けて用いられるスローアウェイチップ、前記被削材の穴あけ切削加工などに用いられるドリルやミニチュアドリル、さらに前記被削材の面削加工や溝加工、肩加工などに用いられるソリッドタイプのエンドミルなどがあり、また前記スローアウェイチップを着脱自在に取り付けて前記ソリッドタイプのエンドミルと同様に切削加工を行うスローアウェイエンドミル工具などが知られている。

さらに、耐摩耗性向上を目的として、例えば図 2 に概略説明図で示される物理蒸着装置の 1 種であるアークイオンプレーティング装置内に炭化タングステン（以下、WC で示す）基超硬合金や炭窒化チタン（以下、TiCN で示す）基サーメット、または立方晶窒化硼素（以下、c-BN で示す）基焼結材料からなる切削工具を装入し、ヒータで装置内を、例えば 500℃ の温度に加熱した状態で、アノード電極と所定組成を有する Al-Ti 合金がセットされたカソード電極（蒸発源）との間に、例えば電流：90A の条件でアーク放電を発生させ、同時に装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して、例えば 2Pa の反応雰囲気とし、一方上記切削工具には、例えば -100V のバイアス電圧を印加した条件で、前記切削工具の表面に、

組成式： $(Al_z Ti_{1-z})N$ （ただし、原子比で、 Z は0.4～0.65を示す）を満足するAlとTiの複合窒化物[以下、 $(Al, Ti)N$ で示す]層からなる硬質被覆層を1～15 μm の平均層厚で形成する方法が知られている。

近年の切削加工装置の高性能化はめざましく、一方で切削加工に対する省力化および省エネ化、さらに低コスト化の要求は強く、これに伴い、切削加工は高速化の傾向にあるが、上記の従来切削工具においては、これを通常の切削加工条件で用いた場合には問題はないが、これを高い発熱を伴う高速切削条件で用いた場合には、これを構成する硬質被覆層の摩耗が著しく促進されるようになることから、比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

そこで、本発明者等は、上述のような観点から、特に上記の従来切削工具の硬質被覆層である $(Al, Ti)N$ 層に着目し、高速切削加工ですぐれた耐摩耗性を発揮する $(Al, Ti)N$ 層を開発すべく、研究を行った結果、

(a) 上記の図2に示されるアークイオンプレーティング装置を用いて形成された従来硬質被覆層である $(Al, Ti)N$ 層は、層厚全体に亘って均質な高温硬さと耐熱性、および靱性を有するが、例えば図1Aに概略平面図で、図1Bに概略正面図で示される構造のアークイオンプレーティング装置、すなわち装置中央部に切削工具装着用回転テーブルを設け、前記回転テーブルを挟んで、一方側に相対的にAl含有量の高い(Ti含有量の低い)Al-Ti合金、他方側に相対的にTi含有量の高い(Al含有量の低い)Ti-Al合金をカソード電極（蒸発源）として対向配置したアークイオンプレーティング装置を用い、この装置の前記回転テーブル上に、前記回転テーブルの中心軸から半径方向に離れた位置に前記切削工具を装着し、この状態で装置内の反応雰囲気窒素ガス雰囲気として前記回転テーブルを回転させると共に、蒸着形成される硬質被覆層の層厚均一化を図る目的で切削工具自体も自転させながら、前記の両側のカソード電極（蒸発源）とアノード電極との間にアーク放電を発生させる条件で $(Al, Ti)N$ 層を形成すると、前記切削工具の表面には、回転テーブル上の中心軸から半径方向に離れた位置に配置された前記切削工具が上記の一方側の相対的にAl含有量の高い(Ti含有量の低い)Al-Ti合金のカソード電極（蒸発源）に最も接近した時点で層中にAl最高含有点が形成され、また前記切削工具が上記の他方

側の相対的にTi含有量の高い(A1含有量の低い)Ti-A1合金のカソード電極に最も接近した時点で層中にA1最低含有点が形成されることから、上記回転テーブルの回転によって層中には厚さ方向にそって前記A1最高含有点とA1最低含有点が所定間隔をもって交互に繰り返し現れると共に、前記A1最高含有点から前記A1最低含有点、前記A1最低含有点から前記A1最高含有点へA1(Ti)含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造をもった(A1, Ti)N層が形成されるようになること。

(b) 上記(a)の繰り返し連続変成分濃度分布構造の(A1, Ti)N層において、例えば対向配置のカソード電極(蒸発源)のそれぞれの合金組成を調製すると共に、切削工具が装着されている回転テーブルの回転速度を制御して、

上記A1最高含有点が、組成式： $(Al_xTi_{1-x})N$ （ただし、原子比で、Xは0.70～0.95を示す）、

上記A1最低含有点が、組成式： $(Al_yTi_{1-y})N$ （ただし、原子比で、Yは0.40～0.65を示す）、

をそれぞれ満足し、かつ隣り合う上記A1最高含有点とA1最低含有点の厚さ方向の間隔が0.01～0.1 μm 、となるようにすると、

上記A1最高含有点部分では、上記の従来(A1, Ti)N層に比してA1含有量が相対的に高くなることから、より一段とすぐれた高温硬さと耐熱性(高温特性)を示し、一方上記A1最低含有点部分では、前記A1最高含有点部分に比してA1含有量が低く、Ti含有量の高いものとなるので、高靱性が確保され、かつこれらA1最高含有点とA1最低含有点の間隔をきわめて小さくしたことから、層全体の特性として高靱性を保持した状態ですぐれた高温特性を具備するようになり、したがって、かかる構成の(A1, Ti)N層を硬質被覆層として形成してなる切削工具は、高い発熱を伴う鋼や鋳鉄などの高速切削加工ですぐれた耐摩耗性を発揮するようになること。

以上(a)および(b)に示される研究結果を得たのである。

発明の開示

この発明は、上記の研究結果に基づいてなされたものであって、切削工具基体

の表面に、(Al, Ti) Nからなる硬質被覆層を1～15 μmの全体平均層厚で物理蒸着してなる被覆切削工具において、

上記硬質被覆層が、層厚方向にそって、Al最高含有点(Ti最低含有点)とAl最低含有点(Ti最高含有点)とが所定間隔をおいて交互に繰り返して存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Al最低含有点、前記Al最低含有点から前記Al最高含有点へAl(Ti)含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、

さらに、上記Al最高含有点の組成式： $(Al_x Ti_{1-x}) N$ （ただし、原子比で、Xは0.70～0.95を示す）、

上記Al最低含有点の組成式： $(Al_y Ti_{1-y}) N$ （ただし、原子比で、Yは0.40～0.65を示す）、

をそれぞれ満足し、かつ隣り合う上記Al最高含有点とAl最低含有点の間隔が、0.01～0.1 μmである、

高速切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を発揮する被覆切削工具に特徴を有するものである。

また、この発明は、アークイオンプレーティング装置内の回転テーブル上に、前記回転テーブルの中心軸から半径方向に離れた位置にWC基超硬合金および／またはTiCN基サーメットおよび／またはc-BN基焼結材料からなる切削工具を自転自在に装着し、

上記アークイオンプレーティング装置内の反応雰囲気窒素ガス雰囲気として、上記回転テーブルを挟んで対向配置したAl最高含有点(Ti最低含有点)形成用Al-Ti合金のカソード電極およびAl最低含有点(Ti最高含有点)形成用Ti-Al合金のカソード電極と、これらカソード電極のそれぞれに並設されたアノード電極との間にアーク放電を発生させ、

もって、上記回転テーブル上で自転しながら回転する上記切削工具の表面に、

厚さ方向にそって、Al最高含有点(Ti最低含有点)とAl最低含有点(Ti最高含有点)とが所定間隔をおいて交互に繰り返して存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Al最低含有点、前記Al最低含有点から前記Al最高含有点へAl(Ti)含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、

さらに、上記A1最高含有点が、組成式： $(Al_xTi_{1-x})N$ （ただし、原子比で、Xは0.70～0.95を示す）、

上記A1最低含有点が、組成式： $(Al_yTi_{1-y})N$ （ただし、原子比で、Yは0.40～0.65を示す）、

をそれぞれ満足し、かつ隣り合う上記A1最高含有点とA1最低含有点の間隔が、0.01～0.1 μm である、

(Al, Ti)N層からなる硬質被覆層を1～15 μm の全体平均層厚で物理蒸着することからなる、高速切削加工ですぐれた耐摩耗性を発揮する硬質被覆層を切削工具表面に形成する方法に特徴を有するものである。

つぎに、この発明における硬質被覆層の構成を上記の通りに限定した理由を説明する。

(a) A1最高含有点の組成

硬質被覆層を構成する(A1, Ti)N層におけるA1は、高靱性を有するTiN層の高温硬さおよび耐熱性（高温特性）を向上させる目的で含有するものであり、したがってA1最高含有点でのA1の割合（X）がTiとの含量に占める割合（原子比）で0.70未満では所望のすぐれた高温特性を確保することができず、一方その割合が同じく0.95を越えると、Tiの割合が低くなり過ぎて、急激に靱性が低下し、切刃にチッピング（微小欠け）などが発生し易くなることから、その割合を0.70～0.95と定めた。

(b) A1最低含有点の組成

上記の通りA1最高含有点は高温特性のすぐれたものであるが、反面靱性の劣るものであるため、このA1最高含有点の靱性不足を補う目的で、Ti含有割合が高く、これによって高靱性を有するようになるA1最低含有点を厚さ方向に交互に介在させるものであり、したがってA1の割合（Y）がTiとの含量に占める割合（原子比）で0.65を越えると、所望のすぐれた靱性を確保することができず、一方その割合が同じく0.40未満になると、相対的にTiの割合が多くなり過ぎて、A1最低含有点に所望の高温特性を具備せしめることができなくなることから、その割合を0.40～0.65と定めた。

(c) A1最高含有点とA1最低含有点間の間隔

その間隔が $0.01\mu\text{m}$ 未満ではそれぞれの点を上記の組成で明確に形成することが困難であり、この結果層に所望の高温特性と靱性を確保することができなくなり、またその間隔が $0.1\mu\text{m}$ を越えるとそれぞれの点がもつ欠点、すなわちA1最高含有点であれば靱性不足、A1最低含有点であれば高温特性不足が層内に局部的に現れ、これが原因で切刃にチッピングが発生し易くなったり、摩耗進行が促進されるようになることから、その間隔を $0.01\sim 0.1\mu\text{m}$ と定めた。

(d) 硬質被覆層の全体平均層厚

その層厚が $1\mu\text{m}$ 未満では、所望の耐摩耗性を確保することができず、一方その平均層厚が $15\mu\text{m}$ を越えると、切刃にチッピングが発生し易くなることから、その平均層厚を $1\sim 15\mu\text{m}$ と定めた。

図面の簡単な説明

図1A、1Bは、この発明の被覆切削工具を構成する硬質被覆層を形成するのに用いたアークイオンプレーティング装置を示し、図1Aは概略平面図、図1Bは概略正面図である。

図2は、従来被覆切削工具を構成する硬質被覆層を形成するのに用いた通常のアークイオンプレーティング装置の概略説明図である。

図3Aは被覆超硬チップの概略斜視図、図3Bは被覆超硬チップの概略縦断面図である。

図4Aは被覆超硬エンドミルの概略正面図、図4Bは同切刃部の概略横断面図である。

図5Aは被覆超硬ドリルの概略正面図、図5Bは同溝形成部の概略横断面図である。

発明を実施するための最良の形態

つぎに、この発明の被覆切削工具を実施形態により具体的に説明する。

(実施形態1)

まず、原料粉末として、いずれも $1\sim 3\mu\text{m}$ の平均粒径を有するWC粉末、T

i C 粉末、Z r C 粉末、V C 粉末、T a C 粉末、N b C 粉末、C r₃C₂ 粉末、T i N 粉末、T a N 粉末、およびC o 粉末を用意し、これら原料粉末を、表 1 に示される配合組成に配合し、ボールミルで72時間湿式混合し、乾燥した後、100MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を6Paの真空中、温度：1400℃に1時間保持の条件で焼結し、焼結後、切刃部分にR：0.03のホーニング加工を施してISO規格・CNMG120408のチップ形状をもったWC基超硬合金製の超硬基体A-1～A-10を製造した。

さらに、原料粉末として、いずれも0.5～2μmの平均粒径を有するT i C N（重量比でT i C / T i N = 50 / 50）粉末、M o₂C 粉末、Z r C 粉末、N b C 粉末、T a C 粉末、W C 粉末、C o 粉末、およびN i 粉末を用意し、これら原料粉末を、表 2 に示される配合組成に配合し、ボールミルで24時間湿式混合し、乾燥した後、100MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、これらの圧粉体のうち、超硬基体B-1～B-6用の圧粉体については、2kPaの窒素雰囲気中、温度：1500℃に1時間保持後炉冷の条件で焼結し、また、超硬基体B-7～B-9用の圧粉体については、

室温から1300℃までを1Paの真空雰囲気、

1300℃から1350℃までを1kPaの窒素雰囲気、

1350℃から1400℃までを1Paの真空雰囲気、

1400℃から1450℃までを2kPaの窒素雰囲気、

そして1450℃から1500℃までを1Paの真空雰囲気、

として焼結温度である1500℃まで昇温し、前記焼結温度で3kPaの窒素雰囲気として1時間保持した後炉冷の条件で焼結し、焼結後、切刃部分にR：0.03のホーニング加工を施してISO規格・CNMG120408のチップ形状をもったT i C N系サーメット製の超硬基体B-1～B-9を製造した。

この結果得られた超硬基体B-1～B-9について、その縦断面を走査型電子顕微鏡を用いて観察したところ、超硬基体B-1～B-6は、いずれも表面から内部まで均質な（T i）と（Z r、T a、N b、M o、およびWのうちの1種以上）との複合炭窒化物からなる硬質相と、C oおよびN iを主成分とする結合相の2相組織を示し、一方超硬基体B-7～B-9は、内部は前記2相組織と同じ

組織を示したが、表面部に表面から $1 \sim 3 \mu\text{m}$ の深さ位置に亘って前記結合相が存在しない層、すなわち前記複合炭窒化物だけからなる表面層の存在が観察された。

ついで、上記の超硬基体 A-1 ~ A-10 および B-1 ~ B-9 のそれぞれを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、図 1 A, 1 B に示されるアークイオンプレーティング装置内の回転テーブル上に、前記回転テーブルの中心軸から半径方向に離れた位置に自転自在に装着し、一方側のカソード電極（蒸発源）として、種々の成分組成をもった A1 最低含有点形成用 Ti-A1 合金、他方側のカソード電極（蒸発源）として、種々の成分組成をもった A1 最高含有点形成用 A1-Ti 合金を前記回転テーブルを挟んで対向配置し、またボンバート洗浄用金属 Ti も装着し、まず装置内を排気して 0.5 Pa 以下の真空に保持しながら、ヒーターで装置内を 500°C に加熱した後、前記回転テーブル上で自転しながら回転する超硬基体に -1000 V の直流バイアス電圧を印加して、カソード電極の前記金属 Ti とアノード電極との間に 100 A の電流を流してアーク放電を発生させ、もって前記超硬基体表面を Ti ボンバート洗浄し、ついで装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して 2 Pa の反応雰囲気とすると共に、前記回転テーブル上で自転しながら回転する前記超硬基体に -100 V の直流バイアス電圧を印加して、それぞれのカソード電極（前記 A1 最低含有点形成用 Ti-A1 合金および A1 最高含有点形成用 A1-Ti 合金）とアノード電極との間に 100 A の電流を流してアーク放電を発生させる条件で本発明法を実施し、もって前記超硬基体の表面に、厚さ方向に沿って表 3, 4 に示される目標組成の A1 最低含有点と A1 最高含有点とが交互に同じく表 3, 4 に示される目標間隔で繰り返して存在し、かつ前記 A1 最高含有点から前記 A1 最低含有点、前記 A1 最低含有点から前記 A1 最高含有点へ A1 (Ti) 含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、かつ同じく表 3, 4 に示される目標全体層厚の硬質被覆層を蒸着することにより、図 3 A に概略斜視図で、図 3 B に概略縦断面図で示される形状を有する本発明被覆切削工具としての本発明表面被覆超硬合金製スローアウェイチップ（以下、本発明被覆超硬チップと云う）1 ~ 19 をそれぞれ製造した。

また、比較の目的で、これら超硬基体 A-1 ~ A-10 および B-1 ~ B-9

を、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、それぞれ図2に示される通常のアークイオンプレーティング装置に装入し、カソード電極（蒸発源）として種々の成分組成をもったAl-Ti合金を装着し、装置内を排気して0.5Pa以下の真空中に保持しながら、ヒーターで装置内を500℃に加熱した後、Arガスを装置内に導入して10PaのAr雰囲気とし、この状態で前記超硬基体に-800Vのバイアス電圧を印加して前記超硬基体表面をArガスボンバート洗浄し、ついで装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して2Paの反応雰囲気とすると共に、前記超硬基体に印加するバイアス電圧を-100Vに下げて、前記カソード電極とアノード電極との間にアーク放電を発生させる条件で、従来法を実施し、もって前記超硬基体A-1～A-10およびB-1～B-6のそれぞれの表面に、表5, 6に示される目標組成および目標層厚を有し、かつ層厚方向に沿って実質的に組成変化のない（Al, Ti）N層からなる硬質被覆層を蒸着することにより、同じく図3A, 3Bに示される形状の従来被覆切削工具としての従来表面被覆超硬合金製スローアウェイチップ（以下、従来被覆超硬チップと云う）1～19をそれぞれ製造した。

つぎに、上記本発明被覆超硬チップ1～19および従来被覆超硬チップ1～19について、これを工具鋼製バイトの先端部に固定治具にてネジ止めした状態で、

被削材：JIS・SNCM439の丸棒、

切削速度：300m/min、

切り込み：1.5mm、

送り：0.2mm/rev、

切削時間：10分、

の条件での合金鋼の乾式高速連続旋削加工試験、

被削材：JIS・S50Cの長さ方向等間隔4本縦溝入り丸棒、

切削速度：300m/min、

切り込み：1.5mm、

送り：0.25mm/rev、

切削時間：10分、

の条件での炭素鋼の乾式高速断続旋削加工試験、さらに、

被削材：J I S ・ F C 3 0 0 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度：3 0 0 m / m i n . 、

切り込み：1 . 0 m m 、

送り：0 . 2 5 m m / r e v . 、

切削時間：1 0 分、

の条件での鋳鉄の乾式高速断続旋削加工試験を行い、いずれの旋削加工試験でも切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。この測定結果を表 3 ～ 6 に示した。

[表1]

種別	配合組成 (質量%)						
	Co	TiC	TaC	NbC	VC	Cr3C2	WC
A-1	5	2	-	-	-	-	残
A-2	6	-	1.5	1	-	-	残
A-3	6.5	0.6	-	-	-	-	残
A-4	7	0.4	-	1	-	-	残
A-5	8	-	-	-	1	0.3	残
A-6	8.5	-	2.5	-	-	-	残
A-7	9.5	-	-	-	-	0.5	残
A-8	10.5	5	-	2	-	-	残
A-9	12	0.6	2.5	-	-	-	残
A-10	12.5	1.5	-	-	-	-	残

超硬基体 (チップ)

超硬基体 (チップ)

[表2]

種別	配合組成 (質量%)							
	Co	Ni	ZrC	TaC	NbC	MO ₂ C	WC	TiCN
B-1	13	5	-	10	-	10	16	残
B-2	8	7	-	5	-	7.5	-	残
B-3	5	-	-	-	-	6	10	残
B-4	10	5	-	11	2	-	-	残
B-5	9	4	1	8	-	10	10	残
B-6	12	5.5	-	10	-	9.5	14.5	残
B-7	15	5	0.5	3	10	-	22	残
B-8	12	3	-	10	2	5	-	残
B-9	-	9	0.3	5	-	-	10	残

超硬基体 (チップ)

[表3]

種別	超硬基体 記号	硬質被覆層										逃げ面摩耗幅(mm)		
		Al最高含有点			Al最低含有点			両点間の 目標間隔 (μ m)	目標全体 層厚 (μ m)	合金鋼 の連続 高速	炭素鋼 の断続 高速	鑄鉄 の断続 高速		
		目標組成(原子比)			目標組成(原子比)									
		Al	Ti	N	Al	Ti	N							
		1	A-1	0.80	0.20	1.00	0.60	0.40	1.00	0.08	3	0.14	0.14	0.17
2	A-2	0.90	0.10	1.00	0.65	0.35	1.00	0.1	15	0.18	0.20	0.22		
3	A-3	0.85	0.15	1.00	0.50	0.50	1.00	0.06	7	0.14	0.13	0.18		
4	A-4	0.95	0.05	1.00	0.40	0.60	1.00	0.05	1	0.21	0.20	0.25		
5	A-5	0.70	0.30	1.00	0.45	0.55	1.00	0.01	2	0.20	0.21	0.24		
6	A-6	0.75	0.25	1.00	0.55	0.45	1.00	0.1	5	0.13	0.14	0.18		
7	A-7	0.80	0.20	1.00	0.40	0.60	1.00	0.03	12	0.19	0.20	0.23		
8	A-8	0.75	0.25	1.00	0.45	0.55	1.00	0.05	9	0.17	0.18	0.22		
9	A-9	0.90	0.10	1.00	0.60	0.40	1.00	0.04	6	0.18	0.19	0.24		
10	A-10	0.70	0.30	1.00	0.55	0.45	1.00	0.02	3	0.19	0.18	0.23		
本発明被覆超硬チップ														

本発明被覆超硬チップ

[表4]

種別	超硬基体 記号	硬質被覆層										逃げ面摩耗幅 (mm)			
		Al最高含有点			Al最低含有点			両点間の 目標間隔 (μm)	目標全体 層厚 (μm)	合金鋼 の連続 高速	炭素鋼 の断続 高速	鑄鉄 の断続 高速			
		目標組成 (原子比)			目標組成 (原子比)										
		Al	Ti	N	Al	Ti	N								
		11	B-1	0.80	0.20	1.00	0.60	0.40	1.00	0.08	3	0.13	0.14	0.16	
12	B-2	0.90	0.10	1.00	0.65	0.35	1.00	0.1	15	0.18	0.21	0.23			
13	B-3	0.85	0.15	1.00	0.50	0.50	1.00	0.06	7	0.13	0.12	0.18			
14	B-4	0.95	0.05	1.00	0.40	0.60	1.00	0.05	1	0.20	0.22	0.24			
15	B-5	0.70	0.30	1.00	0.45	0.55	1.00	0.01	2	0.19	0.21	0.25			
16	B-6	0.75	0.25	1.00	0.55	0.45	1.00	0.1	5	0.13	0.13	0.17			
17	B-7	0.80	0.20	1.00	0.40	0.60	1.00	0.03	12	0.19	0.19	0.22			
18	B-8	0.75	0.25	1.00	0.45	0.55	1.00	0.05	9	0.16	0.18	0.23			
19	B-9	0.90	0.10	1.00	0.65	0.40	1.00	0.04	6	0.17	0.20	0.24			

本発明被覆超硬チップ

本発明被覆超硬チップ

[表6]

種別	超硬基体 記号	硬質被覆層				逃げ面摩耗幅 (mm)			
		目標組成 (原子比)			目標層厚 (μm)	合金鋼の 連続高速	炭素鋼の 断続高速	鑄鉄の 断続高速	
		Al	Ti	N					
従来被覆超硬チップ	11	B-1	0.60	0.40	1.00	3	0.35	0.33	0.41
	12	B-2	0.65	0.35	1.00	15	0.33	0.33	0.41
	13	B-3	0.50	0.50	1.00	7	0.35	0.35	0.42
	14	B-4	0.40	0.60	1.00	1	0.36	0.37	0.43
	15	B-5	0.45	0.55	1.00	2	0.37	0.36	0.44
	16	B-6	0.55	0.45	1.00	5	0.36	0.34	0.44
	17	B-7	0.40	0.60	1.00	12	0.34	0.35	0.43
	18	B-8	0.45	0.55	1.00	9	0.34	0.34	0.43
	19	B-9	0.60	0.40	1.00	6	0.37	0.37	0.41

(実施形態 2)

原料粉末として、平均粒径： $5.5\text{ }\mu\text{m}$ を有する中粗粒WC粉末、同 $0.8\text{ }\mu\text{m}$ の微粒WC粉末、同 $1.3\text{ }\mu\text{m}$ のTaC粉末、同 $1.2\text{ }\mu\text{m}$ のNbC粉末、同 $1.2\text{ }\mu\text{m}$ のZrC粉末、同 $2.3\text{ }\mu\text{m}$ の Cr_3C_2 粉末、同 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ のVC粉末、同 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ の(Ti, W)C粉末、および同 $1.8\text{ }\mu\text{m}$ のCo粉末を用意し、これら原料粉末をそれぞれ表7に示される配合組成に配合し、さらにワックスを加えてアセトン中で24時間ボールミル混合し、減圧乾燥した後、 100 MPa の圧力で所定形状の各種の圧粉体にプレス成形し、これらの圧粉体を、 6 Pa の真空雰囲気中、 $7^\circ\text{C}/\text{分}$ の昇温速度で $1370\sim 1470^\circ\text{C}$ の範囲内の所定の温度に昇温し、この温度に1時間保持後、炉冷の条件で焼結して、直径が 8 mm 、 13 mm 、および 26 mm の3種の超硬基体形成用丸棒焼結体を形成し、さらに前記の3種の丸棒焼結体から、研削加工にて、表7に示される組合せで、切刃部の直径×長さがそれぞれ $6\text{ mm}\times 13\text{ mm}$ 、 $10\text{ mm}\times 22\text{ mm}$ 、および $20\text{ mm}\times 45\text{ mm}$ の寸法をもった超硬基体（エンドミル）C-1～C-8をそれぞれ製造した。

ついで、これらの超硬基体（エンドミル）C-1～C-8の表面をアセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図1A、1Bに示されるアーキイオンプレーティング装置に装入し、上記実施形態1と同一の条件で本発明法を実施し、層厚方向に沿って表8に示される目標組成のA1最低含有点とA1最高含有点とが交互に同じく表8に示される目標間隔で繰り返し存在し、かつ前記A1最高含有点から前記A1最低含有点、前記A1最低含有点から前記A1最高含有点へA1 (Ti) 含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、かつ同じく表8に示される目標全体層厚の硬質被覆層を蒸着することにより、図4Aに概略正面図で、図4Bに切刃部の概略横断面図で示される形状を有する本発明被覆切削工具としての本発明表面被覆超硬合金製エンドミル（以下、本発明被覆超硬エンドミルと云う）1～8をそれぞれ製造した。

また、比較の目的で、上記の超硬基体（エンドミル）C-1～C-8の表面をアセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図2に示される通常のアーキイオンプレーティング装置に装入し、上記実施形態1と同一の条件で従来法を

実施し、表 9 に示される目標組成および目標層厚を有し、かつ層厚方向に沿って実質的に組成変化のない (Ti, Al) N 層からなる硬質被覆層を蒸着することにより、従来被覆切削工具としての従来表面被覆超硬合金製エンドミル（以下、従来被覆超硬エンドミルと云う） 1 ～ 8 をそれぞれ製造した。

つぎに、上記本発明被覆超硬エンドミル 1 ～ 8 および従来被覆超硬エンドミル 1 ～ 8 のうち、本発明被覆超硬エンドミル 1 ～ 3 および従来被覆超硬エンドミル 1 ～ 3 については、

被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・SKD61の板材、

切削速度：180m/min、

溝深さ（切り込み）：2mm、

テーブル送り：850mm/分、

の条件での工具鋼の乾式高速溝切削加工試験、本発明被覆超硬エンドミル 4 ～ 6 および従来被覆超硬エンドミル 4 ～ 6 については、

被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・SUS316の板材、

切削速度：160m/min、

溝深さ（切り込み）：3mm、

テーブル送り：800mm/分、

の条件でのステンレス鋼の乾式高速溝切削加工試験、本発明被覆超硬エンドミル 7, 8 および従来被覆超硬エンドミル 7, 8 については、

被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・SCM440の板材、

切削速度：300m/min、

溝深さ（切り込み）：6mm、

テーブル送り：850mm/分、

の条件での合金鋼の乾式高速溝切削加工試験をそれぞれ行い、いずれの溝切削加工試験でも切刃部の外周刃の逃げ面摩耗幅が使用寿命の目安とされる0.1mmに至るまでの切削溝長を測定した。この測定結果を表 8、9 にそれぞれ示した。

[表7]

種別	配合組成(質量%)							切刃部の直径 ×長さ(mm)
	Co	(Ti,W)C	TaC	NbC	ZrC	Cr3C2	VC	
C-1	5	5	-	-	-	-	-	中粗粒:残 6×13
C-2	6	-	1	0.5	-	-	-	微粒:残 6×13
C-3	6	-	1	-	1	0.5	0.5	微粒:残 6×13
C-4	8	-	-	-	-	0.5	0.5	微粒:残 10×22
C-5	9	25	10	1	-	-	-	中粗粒:残 10×22
C-6	10	-	-	-	-	1	-	微粒:残 10×22
C-7	12	17	9	1	-	-	-	中粗粒:残 20×45
C-8	16	-	10	5	10	-	-	中粗粒:残 20×45

超硬基体 (エントニル)

[表8]

種別	超硬基体 記号	硬質被覆層										切削溝長 (m)
		Al最高含有点			Al最低含有点			両点間の 目標間隔 (μ m)	目標全体 層厚 (μ m)			
		目標組成 (原子比)			目標組成 (原子比)							
		Al	Ti	N	Al	Ti	N					
		1	C-1	0.80	0.20	1.00	0.60	0.40	1.00	0.08	3	
2	C-2	0.90	0.10	1.00	0.65	0.35	1.00	0.1	7	85		
3	C-3	0.85	0.15	1.00	0.50	0.50	1.00	0.06	5	105		
4	C-4	0.95	0.05	1.00	0.40	0.60	1.00	0.05	1	85		
5	C-5	0.70	0.30	1.00	0.45	0.55	1.00	0.01	2	80		
6	C-6	0.75	0.25	1.00	0.55	0.45	1.00	0.1	5	100		
7	C-7	0.80	0.20	1.00	0.40	0.60	1.00	0.03	4	75		
8	C-8	0.75	0.25	1.00	0.45	0.55	1.00	0.05	6	75		

本発明被覆超硬工シンドリル

本発明被覆超硬工ヘッドニ用ル

[表9]

種別	超硬基体 記号	硬質被覆層				目削溝長 (m)
		目標組成 (原子比)			目標層厚 (μ m)	
		Al	Ti	N		
1	C-1	0.60	0.40	1.00	3	30
2	C-2	0.65	0.35	1.00	7	25
3	C-3	0.50	0.50	1.00	5	30
4	C-4	0.40	0.60	1.00	1	35
5	C-5	0.45	0.55	1.00	2	35
6	C-6	0.55	0.45	1.00	5	30
7	C-7	0.40	0.60	1.00	4	25
8	C-8	0.45	0.55	1.00	6	20

従来被覆超硬エンドミル

従来被覆超硬工ハットニル

(実施形態 3)

上記の実施形態 2 で製造した直径が 8 mm (超硬基体 C-1 ~ C-3 形成用)、13 mm (超硬基体 C-4 ~ C-6 形成用)、および 26 mm (超硬基体 C-7、C-8 形成用) の 3 種の丸棒焼結体を用い、この 3 種の丸棒焼結体から、研削加工にて、溝形成部の直径×長さがそれぞれ 4 mm×13 mm (超硬基体 D-1 ~ D-3)、8 mm×22 mm (超硬基体 D-4 ~ D-6)、および 16 mm×45 mm (超硬基体 D-7、D-8) の寸法をもった超硬基体 (ドリル) D-1 ~ D-8 をそれぞれ製造した。

ついで、これらの超硬基体 (ドリル) D-1 ~ D-8 の切刃に、ホーニングを施し、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図 1 A、1 B に示されるアーキイオンプレーティング装置に装入し、上記実施形態 1 と同一の条件で本発明法を実施し、層厚方向に沿って表 10 に示される目標組成の A1 最低含有点と A1 最高含有点とが交互に同じく表 10 に示される目標間隔で繰り返し存在し、かつ前記 A1 最高含有点から前記 A1 最低含有点、前記 A1 最低含有点から前記 A1 最高含有点へ A1 (Ti) 含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、かつ同じく表 10 に示される目標全体層厚の硬質被覆層を蒸着することにより、図 5 A に概略正面図で、図 5 B に溝形成部の概略横断面図で示される形状を有する本発明被覆切削工具としての本発明表面被覆超硬合金製ドリル (以下、本発明被覆超硬ドリルと云う) 1 ~ 8 をそれぞれ製造した。

また、比較の目的で、上記の超硬基体 (ドリル) D-1 ~ D-8 の表面に、ホーニングを施し、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図 2 に示される通常のアーキイオンプレーティング装置に装入し、上記実施形態 1 と同一の条件で従来法を実施し、表 11 に示される目標組成および目標層厚を有し、かつ層厚方向に沿って実質的に組成変化のない (Ti, A1) N 層からなる硬質被覆層を蒸着することにより、従来被覆切削工具としての従来表面被覆超硬合金製ドリル (以下、従来被覆超硬ドリルと云う) 1 ~ 8 をそれぞれ製造した。

つぎに、上記本発明被覆超硬ドリル 1 ~ 8 および従来被覆超硬ドリル 1 ~ 8 のうち、本発明被覆超硬ドリル 1 ~ 3 および従来被覆超硬ドリル 1 ~ 3 については

被削材：平面寸法：100mm×250mm厚さ：50mmのJIS・SKD61
の板材、

切削速度：70m/min、

送り：0.15mm/rev、

穴深さ：8mm

の条件での工具鋼の湿式高速穴あけ切削加工試験、本発明被覆超硬ドリル4～6
および従来被覆超硬ドリル4～6については、

被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・FCD450の板材、

切削速度：120m/min、

送り：0.25mm/rev、

穴深さ：16mm

の条件でのダクタイル鋳鉄の湿式高速穴あけ切削加工試験、本発明被覆超硬ドリル7、8および従来被覆超硬ドリル7、8については、

被削材：平面寸法：100mm×250mm、厚さ：50mmのJIS・FC250の板材、

切削速度：180m/min、

送り：0.35mm/rev、

穴深さ：24mm

の条件での鋳鉄の湿式高速穴あけ切削加工試験、をそれぞれ行い、いずれの湿式高速穴あけ切削加工試験（水溶性切削油使用）でも先端切刃面の逃げ面摩耗幅が0.3mmに至るまでの穴あけ加工数を測定した。この測定結果を表10、11にそれぞれ示した。

[表10]

種別	超硬基体 記号	硬質被覆層								穴あけ 加工数 (穴)	
		Al最高含有点			Al最低含有点			両点間の 目標間隔 (μm)	目標全体 層厚 (μm)		
		目標組成 (原子比)			目標組成 (原子比)						
		Al	Ti	N	Al	Ti	N				
		Al	Ti	N	Al	Ti	N				
本発明被覆超硬ドリル	1	D-1	0.80	0.20	1.00	0.60	0.40	1.00	0.08	3	4200
	2	D-2	0.90	0.10	1.00	0.65	0.35	1.00	0.1	7	3800
	3	D-3	0.85	0.15	1.00	0.50	0.50	1.00	0.06	5	4200
	4	D-4	0.95	0.05	1.00	0.40	0.60	1.00	0.05	1	2000
	5	D-5	0.70	0.30	1.00	0.45	0.55	1.00	0.01	2	2000
	6	D-6	0.75	0.25	1.00	0.55	0.45	1.00	0.1	5	2600
	7	D-7	0.80	0.20	1.00	0.40	0.60	1.00	0.03	4	1200
	8	D-8	0.75	0.25	1.00	0.45	0.55	1.00	0.05	6	1100

[表11]

種別	超硬基体 記号	硬質被覆層				穴あけ 加工数 (穴)
		目標組成 (原子比)			目標層厚 (μm)	
		Al	Ti	N		
1	D-1	0.60	0.40	1.00	3	1200
2	D-2	0.65	0.35	1.00	7	1400
3	D-3	0.50	0.50	1.00	5	1400
4	D-4	0.40	0.60	1.00	1	800
5	D-5	0.45	0.55	1.00	2	600
6	D-6	0.55	0.45	1.00	5	800
7	D-7	0.40	0.60	1.00	4	400
8	D-8	0.45	0.55	1.00	6	400

従来被覆超硬リドル

従来被覆超硬リドル

(実施形態 4)

原料粉末として、いずれも $0.5 \sim 4 \mu\text{m}$ の範囲内の平均粒径を有する c-BN 粉末、 TiC 粉末、 TiN 粉末、 TiCN 粉末、 WC 粉末、 Al 粉末、 Ti と Al の金属間化合物粉末である Ti_3Al 粉末、 TiAl 粉末、および TiAl_3 粉末、さらに組成式： Ti_2AlN を有する複合金属窒化物粉末、 TiB_2 粉末、 AlN 粉末、 AlB_2 粉末、 Al_2O_3 粉末を用意し、これら原料粉末を、表 12 に示される配合組成に配合し、ボールミルで 72 時間湿式混合し、乾燥した後、 100MPa の圧力で直径： 50mm ×厚さ： 1.5mm の寸法をもった圧粉体にプレス成形し、ついでこの圧粉体を、圧力： 1Pa の真空雰囲気中、 $900 \sim 1300^\circ\text{C}$ の範囲内の所定温度に 30 分間保持の条件で焼結して切刃片用予備焼結体を作製した。この予備焼結体を、別途用意した、 Co ： 8 質量%、 WC ：残りの組成、並びに直径： 50mm ×厚さ： 2mm の寸法をもった WC 基超硬合金製支持片と重ね合わせた状態で、通常の超高压焼結装置に装入し、通常の条件である圧力： 5GPa 、温度： $1200 \sim 1400^\circ\text{C}$ の範囲内の所定温度に保持時間： 0.5 時間の条件で超高压焼結し、焼結後上下面をダイヤモンド砥石を用いて研磨し、ワイヤー放電加工装置にて一辺 3mm の正三角形状に分割し、さらに、 Co ： 5 質量%、 TaC ： 5 質量%、 WC ：残りの組成および CIS 規格 TNGA160408 の形状（厚さ： 4.76mm ×一辺長さ： 16mm の正三角形）をもった WC 基超硬合金製チップ本体のろう付け部（コーナー部）に、質量%で、 Cu ： 30% 、 Zn ： 28% 、 Ni ： 2% 、 Ag ：残りからなる組成を有する Ag 合金のろう材を用いてろう付けし、これに仕上げ研磨を施すことにより c-BN 基チップ基体 A～R をそれぞれ製造した。

ついで、上記の c-BN 基チップ基体 A～R のそれぞれを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、同じく図 1A、1B に示されるアークイオンプレーティング装置に装入し、上記実施形態 1 と同一の条件で本発明法を実施し、層厚方向に沿って表 13 に示される目標組成の Al 最低含有点と Al 最高含有点とが交互に同じく表 13 に示される目標間隔で繰り返して存在し、かつ前記 Al 最高含有点から Al 最低含有点、 Al 最低含有点から Al 最高含有点へ $\text{Al}(\text{Ti})$ 含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、かつ同じく表 13 に示される

目標全体層厚の硬質被覆層を蒸着形成することにより、本発明被覆 c-BN 基工具 1～18 をそれぞれ製造した。

また、比較の目的で、上記の c-BN 基チップ基体 A～R の表面への硬質被覆層の形成を、同じく図 2 に示される通常のアークイオンプレーティング装置に装入し、上記実施形態 1 と同一の条件で従来法を実施し、表 14 に示される目標組成および目標層厚を有し、かつ層厚方向に沿って実質的に組成変化のない (Ti, Al)N 層からなる硬質被覆層を蒸着する以外は、上記の本発明被覆 c-BN 基工具 1～18 の製造条件と同じ条件で従来被覆 c-BN 基工具 1～18 を製造した。

つぎに、上記本発明被覆 c-BN 基工具 1～18 および従来被覆 c-BN 基工具 1～18 について、これを工具鋼製バイトの先端部に固定治具にてネジ止めした状態で、

被削材：JIS・SMC440 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒の浸炭焼入れ材（表面硬さ：HRC60）、

切削速度：250m/min、

切り込み：0.3mm、

送り：0.07mm/rev、

切削時間：10分、

の条件での合金鋼の乾式高速断続切削加工試験、

被削材：JIS・S45C の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒の高周波焼入れ材（表面硬さ：HRC55）、

切削速度：300m/min、

切り込み：0.1mm、

送り：0.3mm/rev、

切削時間：10分、

の条件での炭素鋼の乾式高速断続切削加工試験、さらに、

被削材：JIS・FC300 の長さ方向等間隔 4 本縦溝入り丸棒、

切削速度：500m/min、

切り込み：0.5mm、

送り：0.15 mm / rev.、

切削時間：60分、

の条件での鋳鉄の乾式高速断続切削加工試験を行い、いずれの旋削加工試験でも切刃の逃げ面摩耗幅を測定した。この測定結果を表13、14に示した。

[表 12]

種別	配合組成 (容量%)												
	TiC	TiN	TiCN	WC	Al	TiAl3	TiAl	Ti3Al	Ti2AlN	TiB2	AlN	AlB2	Al2O3
A	-	40		-	-	8	-	-	-	-	-	-	2
B	55	-	-	-	-	7							1
C	-	20	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
D	-	30	8	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
E	25	-	-	2	-	-	-	5	-	-	-	-	3
F	-	40	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	5
G	15	-	10	1	-	-	10	-	-	2	2	-	-
H	-	20	20	-	10	-	-	-	-	-	-	5	5
I	10	10	-	5	-	10	-	-	-	-	-	-	-
J	-	-	15	-	-	-	-	-	10	2	-	-	3
K	-	25	-	-	-	5	-	-	10	-	-	-	5
L	20	-	20	-	-	-	10	10	-	-	5	-	-
M	-	-	35	-	5	-	-	10	-	-	-	5	5
N	10	10	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
O	30	-	-	3	-	10	-	-	-	2	-	-	5
P	30	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	2	-
Q	-	25	25	-	5	-	-	5	10	-	-	-	-
R	-	25	2	-	5	10	-	-	-	-	2	-	3

C-BN 基于一ツ基体

[表13]

種別	C-BN 基体番号	硬質被覆層							逃げ面摩耗幅(mm)				
		Al最高含有点			Al最低含有点				両点間の 目標間隔 (μm)	目標全体 層厚 (μm)	合金鋼の 断続高速 切り込み	炭素鋼の 断続高速 送り	鑄鉄の 断続高速 切り込み
		目標組成(原子比)			目標組成(原子比)								
		Al	Ti	N	Al	Ti	N						
1	A	0.80	0.20	1.00	0.60	0.40	1.00	0.08	2	0.06	0.05	0.06	
2	B	0.75	0.25	1.00	0.40	0.60	1.00	0.03	3	0.08	0.06	0.08	
3	C	0.90	0.10	1.00	0.55	0.45	1.00	0.01	2	0.09	0.07	0.08	
4	D	0.95	0.05	1.00	0.65	0.35	1.00	0.10	2	0.10	0.09	0.10	
5	E	0.70	0.30	1.00	0.45	0.55	1.00	0.07	6	0.09	0.06	0.07	
6	F	0.90	0.10	1.00	0.60	0.40	1.00	0.05	2	0.08	0.07	0.08	
7	G	0.80	0.20	1.00	0.45	0.55	1.00	0.05	5	0.09	0.07	0.09	
8	H	0.70	0.30	1.00	0.40	0.60	1.00	0.05	1	0.07	0.07	0.08	
9	I	0.75	0.25	1.00	0.55	0.45	1.00	0.10	4	0.06	0.06	0.07	
10	J	0.80	0.20	1.00	0.50	0.50	1.00	0.05	2	0.08	0.07	0.09	
11	K	0.85	0.15	1.00	0.45	0.55	1.00	0.05	2	0.09	0.10	0.11	
12	L	0.90	0.10	1.00	0.65	0.35	1.00	0.05	8	0.09	0.08	0.07	
13	M	0.80	0.20	1.00	0.60	0.40	1.00	0.07	4	0.06	0.05	0.05	
14	N	0.75	0.25	1.00	0.60	0.40	1.00	0.08	2	0.05	0.06	0.06	
15	O	0.85	0.15	1.00	0.50	0.50	1.00	0.05	1	0.09	0.07	0.08	
16	P	0.70	0.30	1.00	0.45	0.55	1.00	0.03	3	0.09	0.07	0.09	
17	Q	0.80	0.20	1.00	0.50	0.50	1.00	0.07	1.5	0.07	0.06	0.07	
18	R	0.95	0.05	1.00	0.40	0.60	1.00	0.05	5	0.10	0.11	0.10	

本発明被覆C-BN基工具

本発明被覆CIBN基工具

[表14]

種別	C-BN 基 ¹⁾ 基体番号	硬質被覆層				逃げ面摩耗幅 (mm)			
		目標組成 (原子比)			目標全体 層厚 (μm)	合金鋼の断続 高速切り込み	炭素鋼 の断続高速送り	鑄鉄の断続 高速切り込み	
		Al	Ti	N					
1	A	0.60	0.40	1.00	2	4分で使用壽命	6分で使用壽命	35分で使用壽命	従来被覆 C-BN 基工具
2	B	0.40	0.60	1.00	3	6分で使用壽命	5分で使用壽命	35分で使用壽命	
3	C	0.55	0.45	1.00	2	4分で使用壽命	5分で使用壽命	30分で使用壽命	
4	D	0.65	0.35	1.00	2	8分で使用壽命	7分で使用壽命	25分で使用壽命	
5	E	0.45	0.55	1.00	6	5分で使用壽命	7分で使用壽命	50分で使用壽命	
6	F	0.60	0.40	1.00	2	5分で使用壽命	4分で使用壽命	25分で使用壽命	
7	G	0.45	0.55	1.00	5	4分で使用壽命	6分で使用壽命	25分で使用壽命	
8	H	0.40	0.60	1.00	1	6分で使用壽命	5分で使用壽命	40分で使用壽命	
9	I	0.55	0.45	1.00	4	5分で使用壽命	5分で使用壽命	25分で使用壽命	
10	J	0.50	0.50	1.00	2	7分で使用壽命	7分で使用壽命	45分で使用壽命	
11	K	0.45	0.55	1.00	2	6分で使用壽命	7分で使用壽命	35分で使用壽命	
12	L	0.65	0.35	1.00	8	5分で使用壽命	6分で使用壽命	40分で使用壽命	
13	M	0.60	0.40	1.00	4	5分で使用壽命	4分で使用壽命	25分で使用壽命	
14	N	0.60	0.40	1.00	2	6分で使用壽命	3分で使用壽命	35分で使用壽命	
15	O	0.50	0.50	1.00	1	4分で使用壽命	4分で使用壽命	20分で使用壽命	
16	P	0.45	0.55	1.00	3	8分で使用壽命	7分で使用壽命	30分で使用壽命	
17	Q	0.50	0.50	1.00	1.5	7分で使用壽命	6分で使用壽命	30分で使用壽命	
18	R	0.40	0.60	1.00	5	5分で使用壽命	5分で使用壽命	30分で使用壽命	

なお、この結果得られた本発明被覆切削工具としての本発明被覆超硬チップ1～19、本発明被覆超硬エンドミル1～8、本発明被覆超硬ドリル1～8、および本発明被覆c-BN基工具1～18を構成する硬質被覆層におけるA1最低含有点とA1最高含有点の組成、並びに従来被覆切削工具としての従来被覆超硬チップ1～19、従来被覆超硬エンドミル1～8、従来被覆超硬ドリル1～8、および従来被覆c-BN基工具1～18の硬質被覆層の組成をオージェ分光分析装置を用いて測定したところ、それぞれ目標組成と実質的に同じ組成を示した。

また、これらの本発明被覆切削工具の硬質被覆層におけるA1最低含有点とA1最高含有点間の間隔、およびこれの全体層厚、並びに従来被覆切削工具の硬質被覆層の厚さを、走査型電子顕微鏡を用いて断面測定したところ、いずれも目標値と実質的に同じ値を示した。

表3～14に示される結果から、硬質被覆層が層厚方向にA1最低含有点とA1最高含有点とが交互に所定間隔をおいて繰り返し存在し、かつ前記A1最高含有点から前記A1最低含有点、前記A1最低含有点から前記A1最高含有点へA1 (Ti) 含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有する本発明被覆切削工具は、いずれも鋼や鋳鉄の切削加工を高い発熱を伴う高速で行っても、すぐれた耐摩耗性を発揮するのに対して、硬質被覆層が層厚方向に沿って実質的に組成変化のない(Ti, A1)N層からなる従来被覆切削工具においては、高温を伴う高速切削加工では高温特性不足が原因で切刃の摩耗進行が速く、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。

上述のように、この発明の被覆切削工具は、特に各種の鋼や鋳鉄などの高速切削加工でもすぐれた耐摩耗性を発揮し、長期に亘ってすぐれた切削性能を示すものであるから、切削加工装置の高性能化、並びに切削加工の省力化および省エネ化、さらに低コスト化に十分満足に対応できるものである。

請求の範囲

1. 炭化タングステン基超硬合金基体または炭窒化チタン系サーメット基体または立方晶窒化硼素基焼結材料の表面に、AlとTiの複合窒化物からなる硬質被覆層を1～15 μm の全体平均層厚で物理蒸着してなる表面被覆切削工具部材において、

上記硬質被覆層が、層厚方向にそって、Al最高含有点(Ti最低含有点)とAl最低含有点(Ti最高含有点)とが所定間隔をおいて交互に繰り返して存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Al最低含有点、前記Al最低含有点から前記Al最高含有点へAl(Ti)含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、

さらに、上記Al最高含有点が、組成式： $(\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x})\text{N}$ （ただし、原子比で、Xは0.70～0.95を示す）、

上記Al最低含有点が、組成式： $(\text{Al}_y\text{Ti}_{1-y})\text{N}$ （ただし、原子比で、Yは0.40～0.65を示す）、

をそれぞれ満足し、かつ隣り合う上記Al最高含有点とAl最低含有点の間隔が、0.01～0.1 μm であること、

を特徴とする高速切削加工で硬質被覆層がすぐれた耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具部材。

2. アークイオンプレーティング装置内の回転テーブル上に、前記回転テーブルの中心軸から半径方向に離れた位置に炭化タングステン基超硬合金および／または炭窒化チタン系サーメットおよび／または立方晶窒化硼素基焼結材料からなる切削工具を自転自在に装着し、

上記アークイオンプレーティング装置内の反応雰囲気窒素ガス雰囲気として、上記回転テーブルを挟んで対向配置したAl最高含有点(Ti最低含有点)形成用Al-Ti合金のカソード電極およびAl最低含有点(Ti最高含有点)形成用Ti-Al合金のカソード電極と、これらカソード電極のそれぞれに並設されたアノード電極との間にアーク放電を発生させ、

もって、上記回転テーブル上で自転しながら回転する上記切削工具の表面に、厚さ方向にそって、A 1 最高含有点 (T i 最低含有点) と A 1 最低含有点 (T i 最高含有点) とが所定間隔をおいて交互に繰り返して存在し、かつ前記 A 1 最高含有点から前記 A 1 最低含有点、前記 A 1 最低含有点から前記 A 1 最高含有点へ A 1 (T i) 含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、

さらに、上記 A 1 最高含有点が、組成式: $(A 1_x T i_{1-x}) N$ (ただし、原子比で、X は 0.70 ~ 0.95 を示す)、

上記 A 1 最低含有点が、組成式: $(A 1_y T i_{1-y}) N$ (ただし、原子比で、Y は 0.40 ~ 0.65 を示す)、

をそれぞれ満足し、かつ隣り合う上記 A 1 最高含有点と A 1 最低含有点の間隔が、0.01 ~ 0.1 μm である、

A 1 と T i の複合窒化物からなる硬質被覆層を 1 ~ 15 μm の全体平均層厚で物理蒸着すること、

を特徴とする高速切削加工ですぐれた耐摩耗性を発揮する硬質被覆層を切削工具表面に形成する方法。

1/5

図 1 A

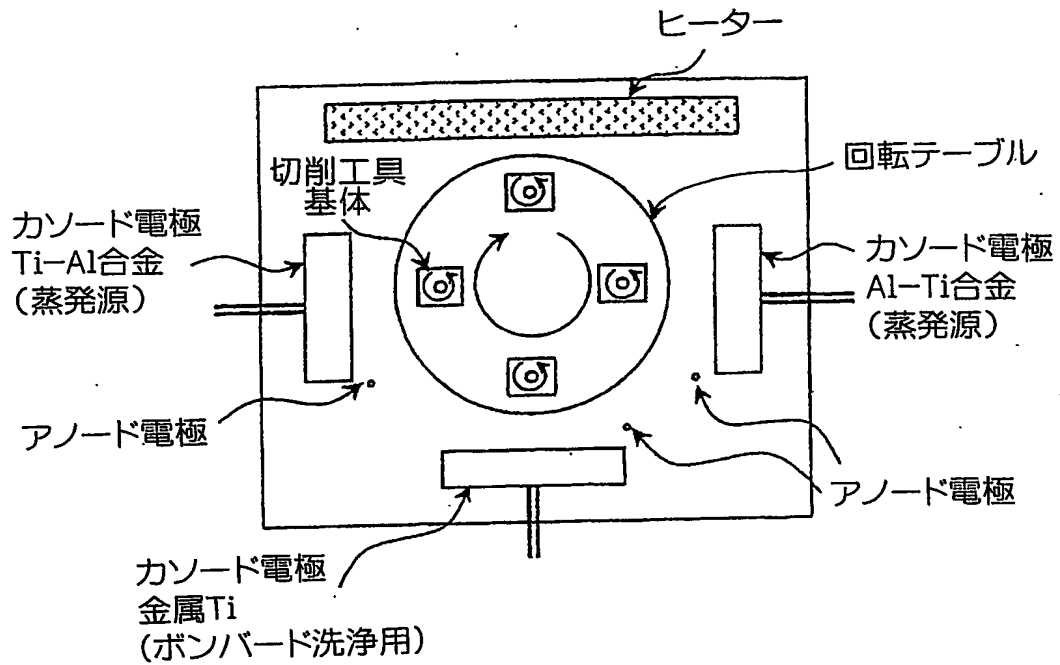
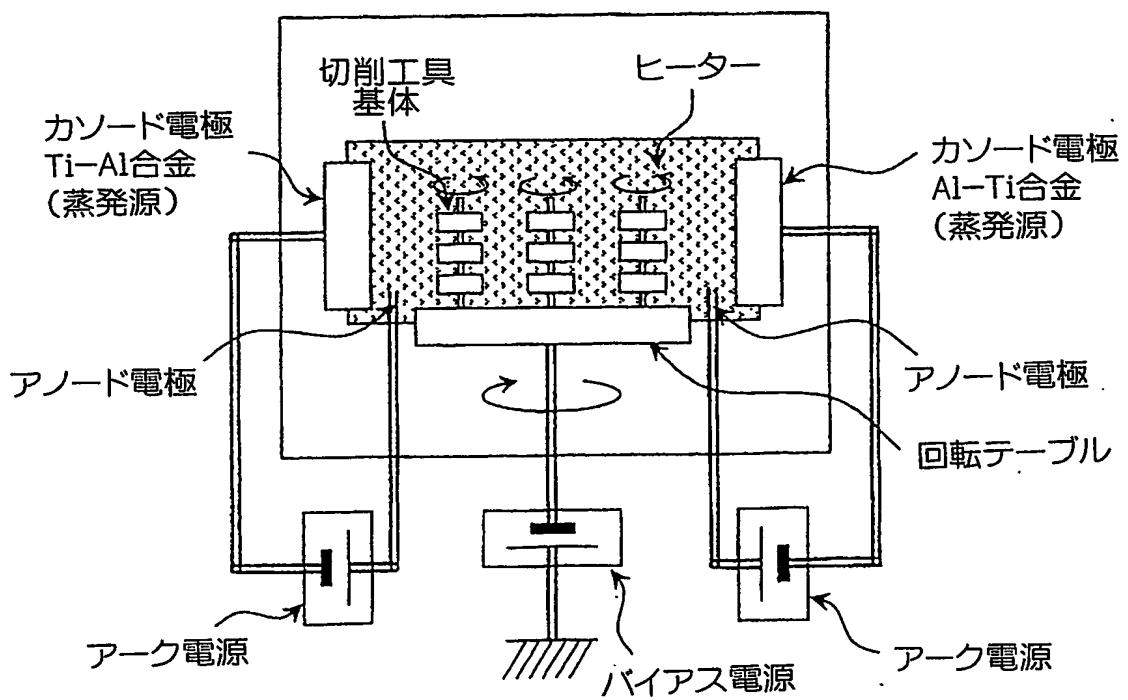


図 1 B



2/5

図 2

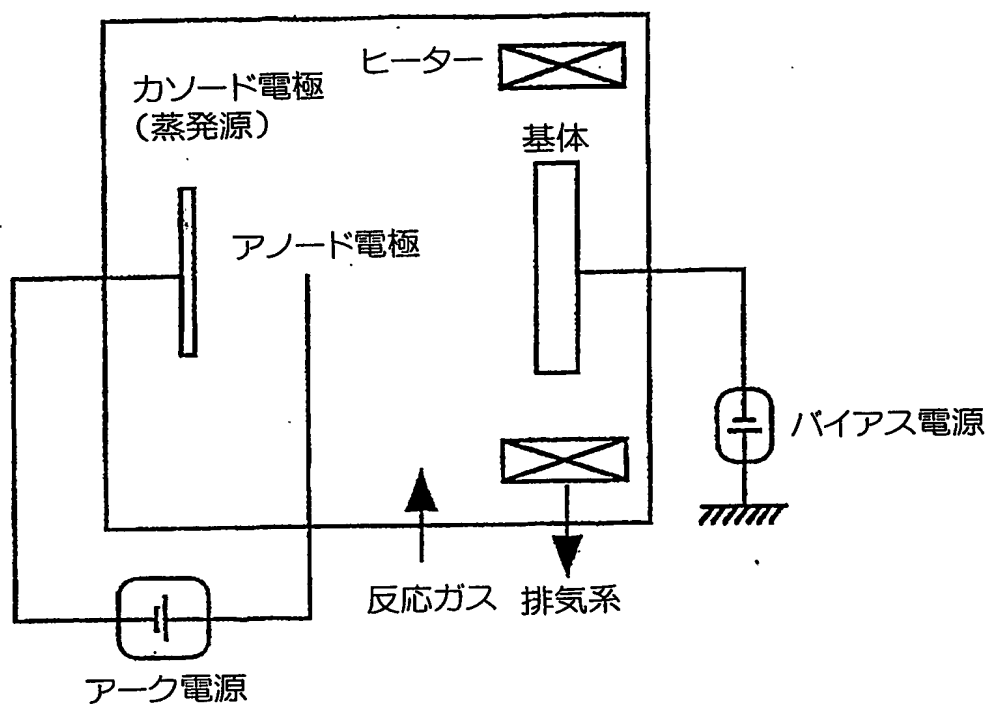


図 3 A

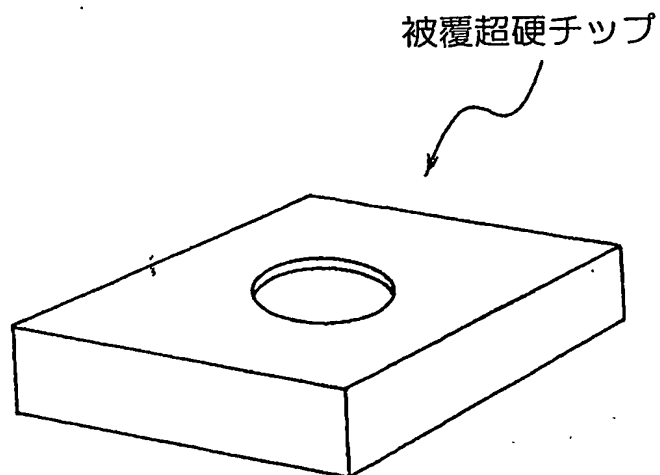
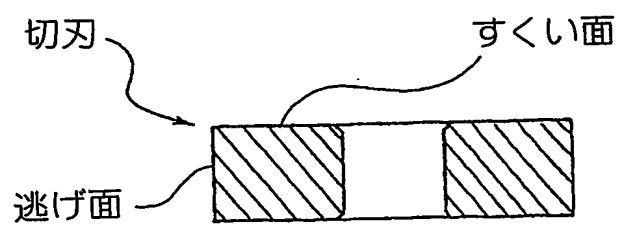


図 3 B



4/5

図 4 A

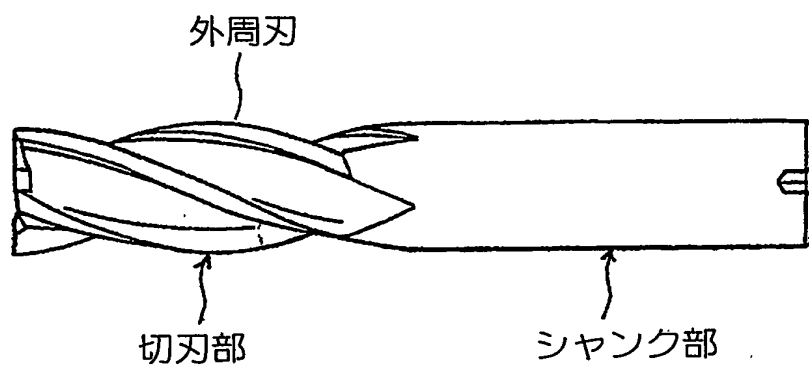


図 4 B

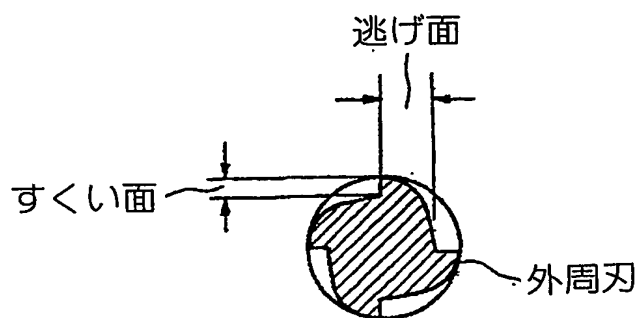


図 5 A

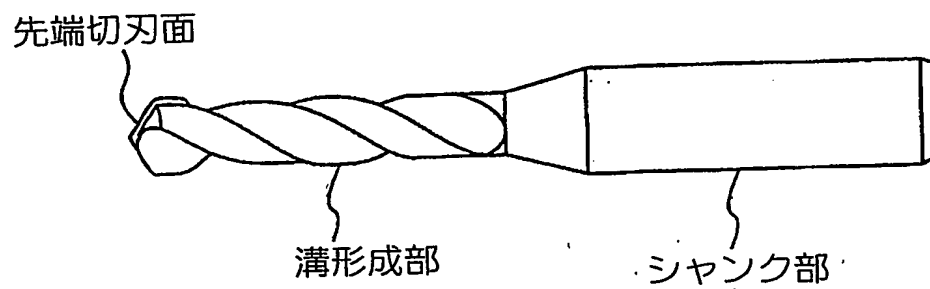
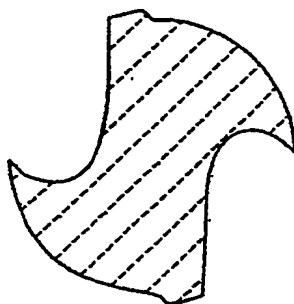


図 5 B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/00220

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B23B27/14, C23C14/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B23B27/14, C23C14/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 7-97679 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 11 April, 1995 (11.04.95), Par. Nos. [0024] to [0035]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1 2
Y	JP 63-62875 A (Kobe Steel, Ltd.), 19 March, 1988 (19.03.88), Page 3, upper right column, line 7 to page 4, upper left column, line 2; Figs. 1 to 3 (Family: none)	2
A	JP 3-120353 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 22 May, 1991 (22.05.91), All pages (Family: none)	1,2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 April, 2003 (09.04.03)

Date of mailing of the international search report
22 April, 2003 (22.04.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/00220

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-205362 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 08 August, 1995 (08.08.95), All pages; all drawings (Family: none)	1,2
A	JP 11-61380 A (Kobe Steel, Ltd.), 05 March, 1999 (05.03.99), All pages; all drawings	1,2
A	WO 01/016388 A1 (Sandvik AB.), 15 March, 2001 (15.03.01), All pages & JP 2003-508242 A	1,2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 B23B 27/14, C23C 14/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 B23B 27/14, C23C 14/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	J P 7-97679 A (住友電気工業株式会社) 1995. 04. 1 1, 段落24~35, 第1~3図 (ファミリーなし)	1 2
Y	J P 63-62875 A (株式会社神戸製鋼所) 1988. 03. 1 9, 第3頁右上欄第7行~第4頁左下欄第2行, 第1~3図 (ファミリーなし)	2
A	J P 3-120353 A (住友電気工業株式会社) 1991. 05. 2 2, 全頁 (ファミリーなし)	1, 2
A	J P 7-205362 A (住友電気工業株式会社) 1995. 08. 0 8, 全頁, 全図 (ファミリーなし)	1, 2

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09. 04. 03

国際調査報告の発送日

22.04.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

平田 信勝



3 C

9032

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-61380 A (株式会社神戸製鋼所) 1999. 03. 05, 全頁, 全図	1, 2
A	WO 01/016388 A1 (サンドビック アクティエボラーク) 2001. 03. 15, 全頁 & JP 2003-508242 A	1, 2